Weerstandswaarden

Er zijn zeven verschillende reeksen voor de waarde van weerstanden in de handel, die respectievelijk de E-3, E-6, E-12, E-24, E-48, E-96 en E-192 reeks worden genoemd. In dit artikel een overzicht van de beschikbare waarden en de kleurcodering van weerstanden.

Auteur: Jos Verstraten, Landgraaf, Nederland
Email: josverstraten@live.nl
Publicatiedatum: 19-04-2017

Wat is de tolerantie van een weerstand?

Fabricageprocessen gaan steeds gepaard met bepaalde afwijkingen, de tolerantie van het proces. Als een productiestraat is ingesteld op de fabricage van 1 kΩ weerstanden en u gaat alle weerstanden nauwkeurig nameten, dan zal blijken dat er onderling verschillen optreden. Die verschillen noemt men de tolerantie van de weerstanden en deze tolerantie is, na de waarde, de tweede meest belangrijke parameter van het onderdeel. Fabrikanten zijn met de huidige technologische processen in principe in staat onderdelen in massa te produceren met redelijk kleine toleranties. Hoe kleiner de onderlinge afwijkingen zijn, hoe duurder echter de productie.

Internationale E-reeksen

Men moet zich dus steeds de vraag stellen hoe groot de tolerantie van een bepaald onderdeel in een bepaald ontwerp mag zijn. Het heeft geen zin een weerstand met een tolerantie van 1 % in te zetten op een plaats waar een onderdeel met een afwijking van 10 % net zo goed voldoet.
Vandaar dat men internationaal een aantal nauwkeurigheidsklassen heeft vastgesteld waar alle fabrikanten zich aan houden.
Weerstanden werden en worden geproduceerd met tolerantiegrenzen van 40 %, 20 %, 10 %, 5 %, 2 %, 1 %, 0,5 % en 0,1 %. Deze procentuele afwijkingen gelden zowel naar onder als naar boven, zodat men dus in feite steeds over ± percentages moet praten. Een weerstand van 100 kΩ met een tolerantie van 10 % heeft een waarde die ergens ligt tussen 90 kΩ en 110 kΩ.

Tolerantie bepaalt het aantal weerstandswaarden

Als een weerstand van 100 kΩ ±10 % een praktische waarde kan hebben die ergens ligt tussen 90 kΩ en 110 kΩ heeft het weinig zin in dezelfde 10 % reeks een weerstand van 95 kΩ op de markt te brengen! Door de tolerantiespreidingen op de individuele componenten van 95 kΩ en 100 kΩ kan het voorkomen dat een weerstand van 95 kΩ in feite als 100 kΩ gecodeerd zou moeten worden.
Men moet een productreeks zo samenstellen dat de tolerantiegebieden van de individuele waarden elkaar net overlappen. Iedere gestandaardiseerde tolerantieklasse vereist bijgevolg een specifieke samenstelling van de waarden om aan de overlappingseis te voldoen. Men

kan berekenen dat aan de voorwaarde voldaan wordt als er tussen tolerantie-klasse en aantal weerstandswaarden in een decade onderstaand verband bestaat:

- 40 % tolerantie: 3 verschillende waarden per decade
- 20 % tolerantie: 6 verschillende waarden per decade
- 10 % tolerantie: 12 verschillende waarden per decade
- 5 % tolerantie: 24 verschillende waarden per decade
- 2 % tolerantie: 48 verschillende waarden per decade
- 1 % tolerantie: 96 verschillende waarden per decade
- 0,5 % tolerantie: 192 verschillende waarden per decade

De 0,1 % klasse wordt alleen bij zeer speciale onderdelen toegepast, bijvoorbeeld bij weerstanden waarmee de spanningsdelers in nauwkeurige 4,5 decade universele digitale meters worden samengesteld. Er bestaat geen decade-indeling voor deze klasse.

Zeven praktische weerstandsreeksen

Er zijn dus zeven verschillende decadereeksen voor de waarde van weerstanden in de handel, die respectievelijk de E-3, E-6, E-12, E-24, E-48, E-96 en E-192 reeks worden genoemd. De indeling van deze reeksen kan wiskundig worden berekend met de formule:

F = x-ste machtswortel uit 10

waarbij x staat voor de reeks en F de vermenigvuldigingsfactor is die het verband geeft tussen twee opeenvolgende waarden uit een reeks.

De praktische weerstandswaarden

E3 (40 %)	**E6** (20 %)	**E12** (10 %)	**E24** (5 %)	**E48** (2 %)	**E96** (1 %)	**E192** (0,5 %)
10	10	10	10	100	100	100
22	15	12	11	105	102	101
47	22	15	12	110	105	102
	33	18	13	115	107	104
	47	22	14	121	110	105
	68	27	15	127	113	106
		33	16	133	115	107
		39	18	140	118	108
		47	20	147	121	109
		56	22	154	124	110
		68	24	162	127	111
		82	27	169	130	113
			30	178	133	114
			33	187	137	115

36	196	140	117
39	205	143	118
43	215	147	120
47	226	150	121
51	237	154	123
56	249	158	124
62	261	162	126
68	274	165	127
75	287	169	129
82	301	174	130
91	316	178	132
	332	182	133
	348	187	135
	365	191	137
	383	196	138
	402	200	140
	422	205	142
	442	210	143
	464	215	145
	487	221	147
	511	226	149
	536	232	150
	562	237	152
	590	243	154
	619	249	156
	649	255	158
	681	261	160
	715	267	162
	750	274	164
	787	280	165
	825	287	167
	866	294	169
	909	301	172
	953	309	174
		316	176

324	178
332	180
340	182
348	184
357	187
365	189
374	191
383	193
392	196
402	198
412	200
422	203
432	205
442	208
453	210
464	213
475	215
487	218
499	221
511	223
523	226
536	229
549	232
562	234
576	237
590	240
604	243
619	246
634	249
649	252
665	255
681	258
698	261
715	264
732	267

750	271
768	274
787	277
806	280
825	284
845	287
866	291
887	294
909	298
931	301
953	305
976	309
	312
	316
	320
	324
	328
	332
	336
	340
	344
	348
	352
	357
	361
	365
	370
	374
	379
	383
	388
	392
	397
	402
	407

412
417
422
427
432
437
442
448
453
459
464
470
475
481
487
493
499
505
511
517
523
530
536
542
549
556
562
569
576
583
590
597
604
612

619

626

634

642

649

657

665

673

681

690

698

706

715

723

732

741

750

759

768

777

787

796

806

816

825

835

845

856

866

876

887

898

909

920

931

942

953

965

976

988

De kleurencodering van weerstanden

De waarde van weerstanden wordt gecodeerd door middel van vier of vijf kleurringen. Bij weerstanden van de E12 (10 %) en E24 (5 %) reeksen gebruikt men vier ringen, bij weerstanden van de E48 (2 %), E96 (1 %) en E192 (0,5 %) reeksen wordt gebruik gemaakt van vijf ringen. De laatste ring, die de tolerantie aangeeft, is steeds iets breder dan de andere ringen. Op deze manier kunt u de volgorde van de ringen bepalen.



KLEUR	RING 1 cijfer	RING 2 cijfer	(RING 3) cijfer	RING 4 OF 3 vermenigvuldiger	LAATSTE RING tolerantie
zwart	-	0	0	x 1	-
bruin	1	1	1	x 10	1 %
rood	2	2	2	x 100	2 %
oranje	3	3	3	x 1.000	3 %
geel	4	4	4	x 10.000	-
groen	5	5	5	x 100.000	0,5 %
blauw	6	6	6	x 1.000.000	-
violet	7	7	7	-	-
grijs	8	8	8	-	-
wit	9	9	9	-	-
goud	-	-	-	x 0,1	5 %
zilver	-	-	-	x 0,01	10 %
geen	-	-	-	-	20 %